

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-185738

(P2003-185738A)

(43) 公開日 平成15年7月3日(2003.7.3)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

G 0 1 S 13/34

G 0 1 S 13/34

5 H 1 8 0

13/93

13/93

Z 5 J 0 7 0

G 0 8 G 1/16

G 0 8 G 1/16

E

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-380593(P2001-380593)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(22) 出願日 平成13年12月13日(2001. 12. 13)

(72) 発明者 中西 基

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(72) 発明者 石井 徹

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74) 代理人 100084548

弁理士 小森 久夫

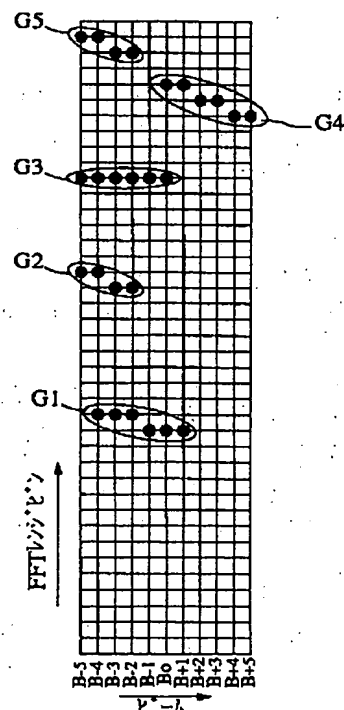
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーダ

(57) 【要約】

【課題】 相対速度の大きな物標に対しても適切なグルーピングができ、多数の物標が存在する場合にも正確なペアリングを可能とする。更に、外来雑音や装置内部での雑音による問題を解消する。

【解決手段】 FM-CWレーダにおけるビート信号の周波数スペクトルに現れる突出部について、所定周波数差以内でビーム方位方向に連続する突出部グループを同一物標からの反射波に起因するものと見なし、上り変調区間での突出部グループと下り変調区間での突出部グループとの組み合わせから、物標の相対距離および相対速度を求める。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 周波数が次第に上昇する上り変調区間と、周波数が次第に下降する下り変調区間とが時間的に三角波状に繰り返し変化する送信信号を送信し、物標からの反射信号を含む受信信号を受信する送受信手段と、前記送信信号のビーム方位を所定方位角に亘って変化させる走査手段と、

前記送信信号と前記受信信号との周波数差の信号であるビート信号の周波数スペクトルに関するデータを求める周波数分析手段と、

前記上り変調区間の前記ビート信号の周波数と前記下り変調区間の前記ビート信号の周波数とに基づいて、物標の相対距離または相対速度を検出する手段とを備えたレーダにおいて、

前記周波数スペクトルに現れる突出部について、所定周波数差以内で前記ビーム方位方向に連続する突出部グループを、同一物標からの反射波に起因するものと見なし、上り変調区間での前記突出部グループと、下り変調区間での前記突出部グループとの組を照合する手段を設けたレーダ。

【請求項 2】 前記突出部のビーム方位方向への連続数が、所定数以上の突出部グループのみについて前記照合を行う請求項 1 に記載のレーダ。

【請求項 3】 前記突出部がビーム方位方向の全方向に亘って連続し、且つ該突出部の信号強度が略一定である突出部グループを特異グループと見なし、該特異グループを除外して前記照合を行う請求項 1 または 2 に記載のレーダ。

【請求項 4】 前記特異グループが前記上り変調区間と前記下り変調区間の両方について現れたときに、該特異グループを除外するようにした請求項 3 に記載のレーダ。

【請求項 5】 前記変調区間の繰り返しにともない、前記特異グループが繰り返し現れたときに、該特異グループを除外するようにした請求項 3 または 4 に記載のレーダ。

【請求項 6】 前記走査手段は、前記ビーム方位の変化速度を変更可能とし、または前記送受信手段は、前記上り変調区間と下り変調区間の繰り返し速度を変更可能とし、

前記ビーム方位の変化速度の変更に関わらず、または前記繰り返し速度の変更に関わらず、前記特異グループの周波数が略一定である場合に、該特異グループを除外するようにした請求項 3 ～ 5 のいずれかに記載のレーダ。

【請求項 7】 前記突出部グループのうち、中心方位が略等しい突出部グループ同士について前記照合を行うようにした、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載のレーダ。

【請求項 8】 前記突出部グループの信号強度が略等しい突出部グループ同士で前記照合を行うようにした請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載のレーダ。

【請求項 9】 移動体に搭載されたレーダであって、該移動体の移動速度情報を取り込む手段を備え、前記上り変調区間での前記突出部と、前記下り変調区間での前記突出部と、の組み合わせで採り得る周波数範囲を、前記移動速度から定め、該周波数範囲について前記照合を行うようにした、請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載のレーダ。

【請求項 10】 前記突出部グループの方位方向の信号強度プロファイル同士の相関度を求め、該相関度の高いものを優先して前記照合を行うようにした、請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載のレーダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、連続波を周波数変調した電波を送受信して物標の探知を行うレーダに関するものである。

【0002】

【従来の技術】連続波 (CW) を周波数変調 (FM) した電波を送受信して物標の探知を行う FM-CW レーダは、周波数が次第に上昇する上り変調区間と、周波数が次第に下降する下り変調区間とが、時間的に三角波状に繰り返し変化する送信信号を送信し、物標からの反射信号を含む受信信号を受信するようにし、送信信号と受信信号との周波数差の信号であるビート信号の周波数スペクトルに基づいて物標の相対距離および相対速度を求めるものである。また、上記の動作を所定方位を向く 1 つのビームについて行い、そのビーム方位を順次変化させることによって、所定方位角範囲について分布する物標の探知を行う。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】物標が単一である場合には、上り変調区間と下り変調区間において、物標からの反射波に基づくビート信号の周波数スペクトルにそれぞれ単一の突出部が生じる。従って、その突出部のピーク周波数を、上り変調区間のビート信号の周波数 (以下「アップビート周波数」という。) と下り変調区間のビート信号の周波数 (以下「ダウンビート周波数」という。) とに基づいて、物標の相対距離および相対速度を求めることができる。

【0004】ところが、探知範囲内に複数の物標が存在する場合には、同一ビームについて、上り変調区間と下り変調区間のそれぞれにおいて、周波数スペクトルに多数の突出部が生じる。そのため、複数のアップビート周波数と複数のダウンビート周波数との組み合わせ (以下「ベアリング」という。) にミスが生じるおそれがあった。

【0005】そこで、特開 2000-65921 にて、周波数スペクトル上に現れる同一周波数の突出部同士をグルーピングし、代表ビーム方位が等しいもの同士をベアリングするようにしたレーダが開示されている。

(3)

3

【0006】ところが、本願発明者らの研究によれば、次のような課題があることを見出した。すなわち、レーダを搭載した自車が高速走行しているときの路側物や対向車などの相対速度の大きな物標に対しては、アップビート周波数とダウンビート周波数との差が大きく開くため、適切なグルーピングができない。

【0007】また、交通量が多い場合や路側物が多数存在する場合には、上記代表ビーム方位が等しいグループが多数検出されるため、精度の良いベアリングができない。

【0008】また、レーダ外部から飛来する雑音電波や、レーダ内部で発生されるノイズの影響により、周波数スペクトル上に同一周波数の突出部がアップビート周波数とダウンビート周波数として現れる場合がある。その結果、実際には存在しない物標の相対距離や相対速度を求めてしまったり、ベアリングに悪影響を与えるというおそれもあった。

【0009】そこで、この発明の目的は、相対速度の大きな物標に対しても適切なグルーピングができ、多数の物標が存在する場合にも正確なベアリングを可能としたレーダを提供すること、更に、外來雑音や装置内部での雑音による問題を解消したレーダを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明は、周波数が次第に上昇する上り変調区間と、周波数が次第に下降する下り変調区間とが時間的に三角波状に繰り返し変化する送信信号を送信し、物標からの反射信号を含む受信信号を受信する送受信手段と、前記送信信号のビーム方位を所定方位角に亘って変化させる走査手段と、前記送信信号と前記受信信号との周波数差の信号であるビート信号の周波数スペクトルに関するデータを求める周波数分析手段と、前記上り変調区間の前記ビート信号の周波数と前記下り変調区間の前記ビート信号の周波数とに基づいて、物標の相対距離または相対速度を検出する手段とを備えたレーダにおいて、前記周波数スペクトルに現れる突出部について、所定周波数差以内で前記ビーム方位方向に連続する突出部グループを、同一物標からの反射波に起因するものと見なして、上り変調区間での前記突出部グループと、下り変調区間での前記突出部グループとの組を照合する手段を設けたことを特徴とする。

【0011】このように、ビート信号の周波数スペクトルに現れる突出部が所定周波数差以内でビームを方位方向に連続する突出部グループを同一物標からの反射波に起因するものと見なすことにより、相対速度の大きな物標に対しても的確なグルーピングを可能とする。また、物標が多数存在する場合にも1つの物標につき1つの突出部グループが検出できるようにし、ベアリングミスを抑える。

【0012】また、この発明は、前記突出部のビーム方

4

位方向への連続数が所定数以上の突出部グループのみについて前記照合を行うようにする。これにより、ランダム性の雑音など、持続時間の短い雑音成分を突出部グループとして誤って抽出するのを防止する。

【0013】また、この発明は、前記突出部がビーム方位方向の全方向に亘って連続し、且つ該突出部の信号強度が略一定である突出部グループを特異グループと見なし、該特異グループを除外して前記照合を行う。これにより、実際の物標からの反射波に起因して生じたビート周波数以外の信号成分は照合の対象とはしない。これによりベアリングに悪影響を与えないようにする。

【0014】また、前記特異グループが上り変調区間と下り変調区間の両方について現れたときに、その特異グループを除外して照合を行うようにする。

【0015】また、この発明は、ビーム方位変化の繰り返しに伴い、特異グループが繰り返し現れた時に、その特異グループを除外する。

【0016】また、この発明は、前記走査手段がビーム方位の変化速度を変更可能とし、また前記送受信手段が、上り変調区間と下り変調区間の繰り返し速度を変更可能とし、ビーム方位の変化速度の変更に関わらず、または前記繰り返し速度の変更に関わらずに、前記特異グループの周波数が略一定である場合に、該特異グループを除外するように構成する。

【0017】このように持続的に現れる雑音成分を除外することにより、ベアリングに与える影響を無くす。

【0018】また、この発明は、前記突出部グループの内、中心方位が等しい突出部グループ同士について前記照合を行うように構成する。これによりビーム方位方向に広がりを持つ多数の物標が存在していても、その照合を容易にする。

【0019】また、この発明は、前記突出部の信号強度が略等しい突出部グループ同士で照合を行うようにする。これにより、同一物標に起因して生じた突出部グループ同士の照合を確実に行う。

【0020】また、この発明は、移動体に搭載されたレーダであって、該移動体の移動速度情報を取り込む手段を備え、前記上り変調区間での前記突出部と、前記下り変調区間での前記突出部との組み合わせで採り得る周波数範囲を前記移動速度から定め、該周波数範囲について前記照合を行うようにする。

【0021】このように通常ありえない相対距離および相対速度と成る組み合わせを避けて、照合すべき候補数を制限することにより照合に要する時間を短縮化し、同時に多くの物標を扱えるようにする。更に、誤ったベアリングとなる確率を抑える。

【0022】また、この発明は、前記突出部グループの方位方向の信号強度プロファイル同士の相関度を求め、該相関度の高いものを優先して前記照合を行うようにする。これにより同一物標に起因する突出部グループ同士

(4)

5

のベアリング精度を高める。

【0023】

【発明の実施の形態】この発明の実施形態に係るレーダの構成を、各図を参照して以下に説明する。

【0024】図1はレーダの構成を示すブロック図である。図1において1は、ミリ波信号の送受信を行うフロントエンド、2はフロントエンド1に接続したレーダ制御部である。レーダ制御部2内において101で示す部分はビート信号の信号処理部、102で示す部分は、送信信号の変調およびビーム方位の検出を行う制御部、103はビーム走査および通信制御を行う部分である。タイミング生成部11は送信信号の変調のためのタイミング信号を生成する。変調制御部12はそのタイミング信号に同期して各時点で必要な送信周波数のミリ波信号を送信するための制御データ(値)をLUT13へ出力する。このLUT13はルックアップテーブルであり、予め入力値に対する出力値の関係をテーブル化したものである。DAコンバータ14はルックアップテーブル13から出力された値に応じたアナログ電圧信号をフロントエンド1へ与える。フロントエンド1には電圧制御発振器(VCO)を備えていて、DAコンバータ14から出力された電圧をVCOに対する制御電圧として入力し、その電圧に応じた周波数のミリ波信号を送信する。

【0025】フロントエンド1には、送信信号にカップリングして取り出したローカル信号と受信信号とをミキシングしてビート信号を出力するミキシング回路が備えている。ADコンバータ15は、そのビート信号を所定のサンプリング周期でサンプリングすると共にデジタルデータ列に変換する。信号処理部101はデジタル信号処理回路(DSP)から構成していて、この信号処理部101内部での信号処理は積和演算を主としてプログラム処理により行われる。

【0026】FFT処理部16では、入力した所定サンプリングデータ数のデータを高速フーリエ変換して、離散周波数の各周波数毎に信号強度を表す周波数スペクトルを求める。例えばパワースペクトルを求める。

【0027】突出部検出部17は、周波数スペクトルに現れる信号強度の突出部のピーク周波数およびピーク周波数の信号強度を検出する。グルーピング部18は、周波数スペクトルに現れる突出部が所定周波数差以内でビームを方位方向に連続するグループを、突出部グループとして抽出する。

【0028】ベアリング部19は、上り変調区間での複数の突出部グループと、下り変調区間での複数の突出部グループとの組を照合し、同一物標に起因して生じた突出部グループ同士の組み合わせを決定する。

【0029】距離・速度算出部20はベアリングした突出部グループについて、上り変調区間でのピーク周波数と下り変調区間でのピーク周波数とから、その突出部グループを生じさせた物標の相対距離および相対速度を算

6

出する。

【0030】モーター(ビーム方位)制御部22は、フロントエンド1に対してビーム方位の制御データを与える。フロントエンド1にはビーム方位を変化させるモーターを備えていて、モーター(ビーム方位)制御部22からの制御データに基づいて指定された方位にビームを向ける。また、フロントエンド1にはビーム方位の検出用信号を出力する手段を備えていて、角度読み取り部23はその信号を読み取って現在のビーム方位を求める。

10 【0031】通信制御部21は、ビーム方位と、そのビーム方位における各物標の相対距離および相対速度のデータを上位システム(ホスト装置)へ出力する。また、通信制御部21は、上位システムから制御データを受け取って、変調・ビーム方位検出制御部102へ与える。例えばビーム方位の変化速度の設定や上り変調区間と下り変調区間の繰り返し速度の設定などを行う。

【0032】また、上位システムには、このレーダを搭載した移動体の移動速度を計測する手段を備えていて、通信制御部21は、その移動速度情報を読み取る。

20 【0033】図2は、物標までの距離と相対速度に起因する、送信信号と受信信号の周波数変化のずれの例を示している。送信信号の周波数上昇時における送信信号と受信信号との周波数差がアップビートの周波数 f_{BU} であり、送信信号の周波数下降時における送信信号と受信信号との周波数差がダウンビートの周波数 f_{BD} である。この送信信号と受信信号の三角波の時間軸上のずれ(時間差)が、アンテナから物標までの電波の往復時間に相当する。また、送信信号と受信信号の周波数軸上のずれがドップラシフト量であり、これはアンテナに対する物標の相対速度に起因して生じる。この時間差とドップラシフト量によってアップビート f_{BU} とダウンビート f_{BD} の値が変化する。すなわち、このアップビートとダウンビートの周波数を検出することによって、レーダから物標までの距離およびレーダに対する物標の相対速度を算出する。

30 【0034】図3は、レーダの送受信ビームの方位と複数の物標との関係の例を示している。ここでB0は自車に搭載されたレーダの正面方向である。B+1, B+2...は、正面から右方向にビーム方位を変異させた時の各ビーム方位を示している。同様に、B-1, B-2...は、正面から左方向にビーム方位を変異させた時の各ビーム方位を示している。

【0035】図3において丸く示している物標OB2, OB5は、固定された路側物である。また、四角く表している物標OB1, OB3, OB4は、自車の前方に存在する他車である。矢印はそれらの走行方向を示している。

50 【0036】図4は、方位の異なるビーム毎の上り変調区間での突出部のピーク周波数を示す図であり、横軸にビーム方位、縦軸に周波数スペクトルに含まれる突出部

7

のピーク周波数、をとって直角座標で表している。ここでG1～G5は、図3におけるOB1～OB5の各物標に起因して生じた、周波数スペクトル上の突出部のピーク周波数がビーム方位方向に連なった突出部グループである。例えば、自車の前方を自車より低速度で走行する物標OB1に起因した周波数スペクトル上の突出部の位置はB-4からB+1まで5本のビームに亘って連続して所定周波数差以内で現れている。また、路側物である物標OB2に起因するピーク周波数は、B-5からB-2まで4本のビームに現れている。

【0037】このように、隣接するビーム間でピーク周波数が所定の周波数範囲内で並んでいるもの同士を順次繋いで、これを突出部グループとしてグループ化（グルーピング）する。

【0038】例えば、ビーム幅3.0度の信号を0.5度単位で照射した場合、1つの物標からの反射による受信信号は約7本のビームによって観測されることになる。このため、1つの物標に起因するピーク周波数は、隣接する約7本のビームによって現れる。これを1つの突出部グループとして（以下単にグループという。）扱うことで、ペアリング精度の向上を図る。また、それと同時に、扱うべきデータ量を削減する。すなわち、グループ化したそのグループを表すデータは、ビーム方位方向に連続して分布する広がりを持った方位の中心方位をそのグループの代表方位、ピーク周波数の中心周波数をそのグループの代表周波数、信号強度の平均値または最大値をそのグループの信号強度として扱う。

【0039】グルーピングの対象とすべき、隣接ビームのピーク周波数の周波数範囲は、ビーム1本分の走査時間（ビームが隣のビームに移るまでの時間）内に物標が移動し得る距離に対応する周波数とすればよい。但し、離散周波数を扱うので、FFTレンジビンに対応する周波数分だけ広く定めればよい。これにより、物標のビーム走査中における相対距離変化に対応したグルーピングが可能となる。例えば、所定探知範囲に亘るビームの走査時間を0.1s、その探知範囲に形成するビームの本数を40本とした場合に、相対速度400km/hの物標が、1ビームの照射中に移動する距離は、 $0.1[s] / 40[本] * 400[km/h] * 1000[m] / 3600[s] = 0.28[m]$ となる。

【0040】したがって、物標が6本のビームに亘って捕らえられている間に、物標は $0.28[m] \times 6[本] = 1.68[m]$ だけ移動することになる。仮に、FFTレンジビン（FFTによる離散周波数の間隔）に相当する距離が0.5mであったなら、6本のビームの間に、3つから4つのレンジビンに亘ってピーク周波数が移動することになる。

【0041】上記周波数スペクトル上の突出部のピーク周波数を求めた後は、その周波数スペクトルデータは不要である。更にグルーピングを行った後は、そのグルー

(5)

8

プの代表方位および代表信号強度のみをペアリングで用いるので、グルーピング以降は、ビーム毎のピーク周波数および信号強度のデータも不要となる。そのため、大きなメモリ容量が不要となり、また、データ処理量が削減できる。

【0042】図5は雑音の影響により生じた見かけ上の突出部グループの扱いについて示している。（A）に示す例では、G1～G3、およびN1で示すグループが検出されるが、N1で示すグループは2本分のビームにしかピーク周波数が現れていない。

【0043】前述したように、1つの物標からの反射による受信信号は、ビーム方位方向の幅が最も狭くても、ビーム幅相当の角度に対応する方位方向に広がりを持ったグループになるはずである。従って、その範囲より方位方向の幅が狭いグループは、現実の物標からの反射によるものではないと見なす。図5の（A）に示したグループN1は雑音による見かけ上の生じた特異グループとして扱う。すなわち図5の（B）に示すように、G1、G2、G3のグループについて、後に述べるペアリングの対象とする。

【0044】例えば、アンテナのサイドローブにより検出されるビーム方位方向の幅は、メインローブにより検出されるビーム方位方向の幅の半分程度となる。そのため、物標からの反射波をサイドローブで受信した場合には、図5の（A）に示したグループN1のようにビーム方位方向に連続するビーム本数の少ないグループが生じる。このようなサイドローブによる影響を受けないようにして、物標方位誤検出の回避およびペアリング精度の向上を図る。

【0045】図6は他の雑音成分の扱いについて示す図である。この例では、逆に通常物標として有り得ないような、ビーム方位方向に長く連続して突出部が現れるグループを特異グループとして除外する。

【0046】例えば、アンテナ特性などにより生じる信号強度の差の要因を取り除いても、探知範囲の全方位に亘って略同一信号強度の突出部が現れる信号成分は、定常的に存在している雑音成分であると見なせる。

【0047】但し、レーダの真正面に壁などが広がっている場合に、全方位に亘って突出部が連なるグループが生じるので、これを特異グループとして見なさないためには、上り変調区間と下り変調区間の両方に同一周波数・同一信号強度の突出部が観測された時に、それを特異グループとして判定すれば良い。また、上り変調区間と下り変調区間の対を1フレームとし、これを複数フレーム繰返して送信信号の変調を行うが、連続したフレーム間で、同一周波数・同一信号強度の突出部が観測された時に、それを特異グループとして判定すれば良い。

【0048】また、更に後述するペアリング精度を向上させるために、ビーム方位の変化速度または上記フレームの繰返し速度を変化させる場合、異なるビーム方位

9

の変化速度の間で、または異なるフレームの繰り返し速度の間で、同一周波数・同一信号強度の突出部が全方位に亘って観測される時に、それを特異グループとして除外するようにしても良い。

【0049】次に、ペアリングのいくつかの方法について順に説明する。

【0050】ペアリングとは、上り変調区間と下り変調区間のそれぞれに現れた同一物標に起因する突出部グループ同士の組み合わせを決定することである。その組み合わせは、同一物標に起因して生じた突出部グループが持つ特徴を利用して決定する。

【0051】その特徴の1つは、各グループの中心方位である。図7は各グループの中心方位が等しいもの同士のペアリングを示している。図7の(A)は上り変調区間について、(B)は下り変調区間について、それぞれ突出部グループを示している。このように、各グループの代表方位同士が略等しいグループ同士をペアリングする。例えば上り変調区間におけるグループGu1の代表周波数と下り変調区間におけるグループGd1の中心周波数とから、このグループを生じさせた物標の相対距離および相対速度を算出する。他のグループについても同様である。

【0052】図8は、同一物標に起因して生じたグループの信号強度が、上り変調区間と下り変調区間で略等しいことを利用してペアリングを行う例である。図8に示す例では、上り変調区間におけるグループGu1とGu2は略同一方位に存在し、下り変調区間におけるグループGd1とGd2は略同一方位に存在するが、グループGu1とGd1の信号強度が略等しく、Gu2とGd2の信号強度が略等しい時、図8の(A)、(B)に示すように、Gu1とGd1をペアリングし、Gu2とGd2とをペアリングする。

【0053】図8の(C)は上り変調区間における2つのグループの信号強度、(D)は下り変調区間における2つのグループの信号強度を示している。ここで横軸は周波数、縦軸は信号強度である。

【0054】図9は、相対速度の計算結果が、物標の想定される相対速度範囲内であるものについてペアリングを行う例である。上り変調区間で検出されたグループの周波数と下り変調区間で検出されたグループの周波数との差が、その物標の相対速度に比例している。例えば自転車走行速度が100 km/hである時、物標の絶対速度が200 km/h以内であれば、ある物標の相対速度は-100から+300 km/hとなる。() すなわち、自転車の前方を自転車と同方向に200 km/hで走行している時、相対速度は-100 km/hである。また逆方向に自転車に向かって200 km/hで走行している場合の相対速度は+300 km/hである。従って上り変調区間での周波数と下り変調区間での周波数との差がこの範囲内であるもの同士をペアリングする。図9に示し

(6)

10

た例では、Gu1とGd1とをペアリングし、Gu2とGd2とをペアリングする。

【0055】図10は、突出部グループのビーム方位方向の信号強度プロファイル同士の類似度に基づいてペアリングを行う例である。物標の信号反射位置の変化は、物標反射面の形状や材質により定まるので、同一物標に起因して生じたグループは、そのビーム方位方向の信号強度の変化は、上り変調区間でも下り変調区間でも同様の変化を示す。

10 【0056】図10は、上り変調区間と下り変調区間において、それぞれ2つのグループのビーム方位方向の信号強度プロファイルの例を示している。グループGu1とGd1の信号強度プロファイルが類似しているので、この組をペアリングする。同様にGu2とGd2の信号プロファイルが類似しているため、この組をペアリングする。

【0057】上記類似度の判定を数値的に行うために、上記信号強度プロファイル同士の相関係数を求め、その値の大きな物について優先的にペアリングを行う。

20 【0058】さて、上述したグループングとペアリングを含む、図1に示したレーダ制御部2の処理手順をフローチャートとして図11に示す。まずモーター（ビーム方位）制御部22の制御によって、ビームを初期方位に向ける(n1)。その状態でADコンバータ15により変換されたビート信号のデジタルデータを所定のサンプリング数だけ所得し、それについてFFT処理する(n2→n3)。

30 【0059】続いて、突出部の検出を行う(n4)。すなわち、周波数スペクトルの信号強度が山形に突出する部分を検出し、そのピーク周波数およびピーク周波数における信号強度を抽出する。

【0060】続いて、前回のビーム方位において抽出したピーク周波数およびその信号強度を参照して、今回のビーム方位におけるピーク周波数とその信号強度をどのグループに入れるかを判定する(n5)。すなわち、ピーク周波数の周波数差が一定周波数以内であるものをグループングする。このとき、図5および図6に示したような雑音成分は除外する。

40 【0061】その後、ビーム方位をビーム1本分変位させ、同様の処理を繰り返す(n6→n7→n2→...)。

【0062】以上の処理を最終ビームまで繰り返し行うことによって、方位方向に所定幅広がる探知範囲について、例えば図7に示したような、上り変調区間と下り変調区間についてのビーム方位毎のピーク周波数スペクトルを求める。

50 【0063】続いて、各グループの信号強度を抽出する(n8)。例えばビーム方位方向に広がる中心のピーク周波数における信号強度をそのグループの代表信号強度とする。

(7)

11

【0064】その後、上り変調区間と下り変調区間における各グループの代表信号強度からペアとなり得る候補を選別する(n9)。ここで、方位角が略一致していること、信号強度が略一致していること、周波数差が想定絶対速度範囲内に相当する範囲内であること、をペア候補の選定条件とする。

【0065】その後、候補となったグループの方位方向レベルプロファイルの相互相関係数を求め(n10)、その相関係数の大きな候補から順にペアリングする(n11)。

【0066】

【発明の効果】この発明によれば、ビート信号の周波数スペクトルに現れる突出部が所定周波数差以内でビームを方位方向に連続する突出部グループを同一物標からの反射波に起因するものと見なすことにより、相対速度の大きな物標に対しても的確なグルーピングが可能となる。また、物標が多数存在する場合にも1つの物標につき1つの突出部グループが検出できるようになり、ペアリングミスが抑えられる。

【0067】また、この発明によれば、前記突出部のビーム方位方向への連続数が所定数以上の突出部グループのみについて前記照合を行うことにより、ランダム性の雑音など、持続時間の短い雑音成分を突出部グループとして誤って抽出されずペアリングの精度が向上する。

【0068】また、この発明によれば、前記突出部がビーム方位方向の全方向に亘って連続し、且つ該突出部の信号強度が略一定である突出部グループを特異グループと見なし、該特異グループを除外して照合を行うようにしたので、実際の物標からの反射波に起因して生じたビート周波数以外の信号成分が照合の対象とならず、ペアリング精度が向上する。

【0069】また、この発明によれば、特異グループが上り変調区間と下り変調区間の両方について現れたときに、その特異グループが除外されるので、ペアリング精度が向上する。

【0070】また、この発明によれば、ビーム方位変化の繰り返しに伴い、特異グループが繰り返し現れた時に、その特異グループが除外されるので、ペアリング精度が向上する。

【0071】また、この発明によれば、走査手段がビーム方位の変化速度を変更可能とし、送受信手段が、上り変調区間と下り変調区間の繰返し速度を変更可能とし、ビーム方位の変化速度の変更に関わらず、または前記繰返し速度の変更に関わらずに、特異グループの周波数が略一定である場合に、特異グループを除外するように構成したので、ペアリング精度が向上する。

【0072】また、この発明によれば、突出部グループの内、中心方位が等しい突出部グループ同士について照合を行うことにより、ビーム方位方向に広がりを持つ多数の物標が存在していても、その照合が容易となる。

12

【0073】また、この発明によれば、突出部の信号強度が略等しい突出部グループ同士で照合を行うことにより、同一物標に起因して生じた突出部グループ同士の照合を確実にできる。

【0074】また、この発明によれば、上り変調区間での突出部と、下り変調区間での突出部との組み合わせで採り得る周波数範囲を、レーダが搭載された移動体の移動速度から定め、該周波数範囲について照合を行うことにより、照合すべき候補数が削減され、照合に要する時間が短縮化され、同時に多くの物標を扱えるようになる。更に、ペアリング精度が向上する。

【0075】また、この発明によれば、突出部グループの方位方向の信号強度プロファイル同士の相関度を求め、該相関度の高いものを優先して照合を行うことにより、同一物標に起因する突出部グループ同士のペアリング精度が高める。

【図面の簡単な説明】

【図1】レーダの構成を示すブロック図

【図2】物標の相対距離および相対速度により変化する送信信号と受信信号の周波数変化の例を示す図

【図3】探知範囲のビームと物標との関係を示す図

【図4】ビーム方位毎のピーク周波数スペクトルの例を示す図

【図5】ビーム方位毎のピーク周波数スペクトルから雑音成分を除く例を示す図

【図6】ビーム方位毎のピーク周波数スペクトルから雑音成分を除く例を示す図

【図7】上り変調区間と下り変調区間におけるビーム方位毎のピーク周波数スペクトルから、方位の一致性に基づいてペアリングを行う例を示す図

【図8】上り変調区間と下り変調区間におけるビーム方位毎のピーク周波数スペクトルから、信号強度の一致性に基づいてペアリングを行う例を示す図

【図9】上り変調区間と下り変調区間におけるビーム方位毎のピーク周波数スペクトルから、相対速度の蓋然性に基づいてペアリングを行う例を示す図

【図10】上り変調区間と下り変調区間におけるビーム方位毎のピーク周波数スペクトルから、方位方向の信号強度プロファイルの一致性に基づいてペアリングを行う例を示す図

【図11】レーダ制御部の処理手順を示すフローチャート

【符号の説明】

1-フロントエンド

2-レーダ制御部

13-ルックアップテーブル

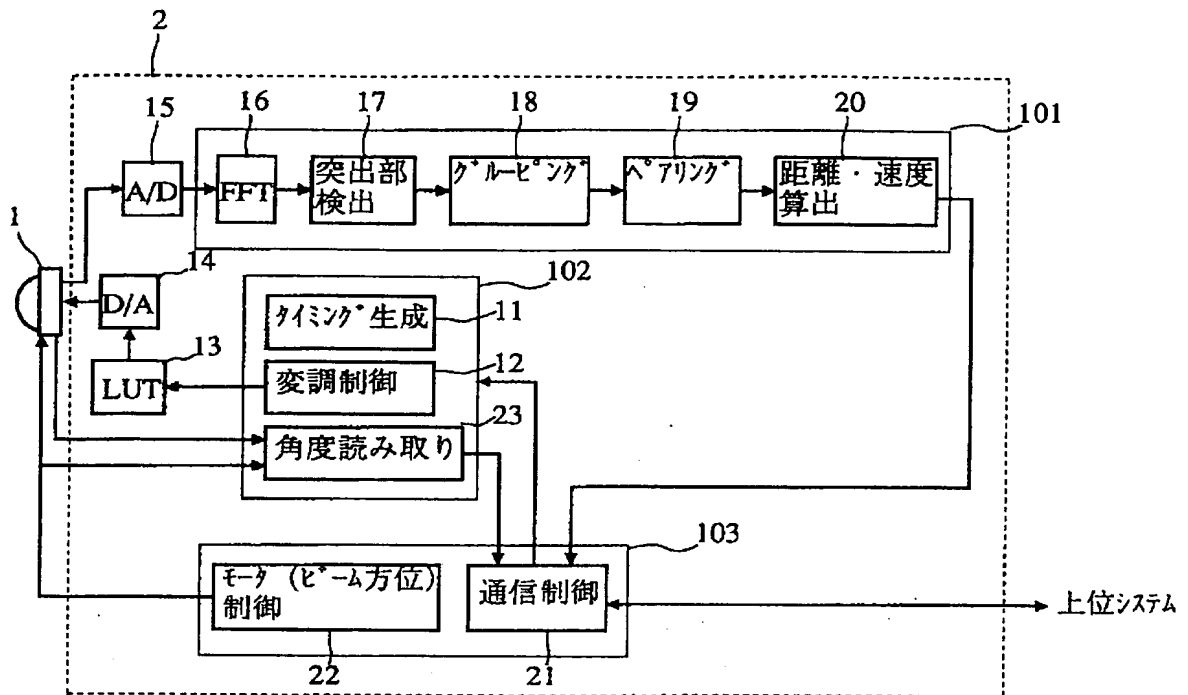
101-信号処理部

102-変調・ビーム方位検出制御部

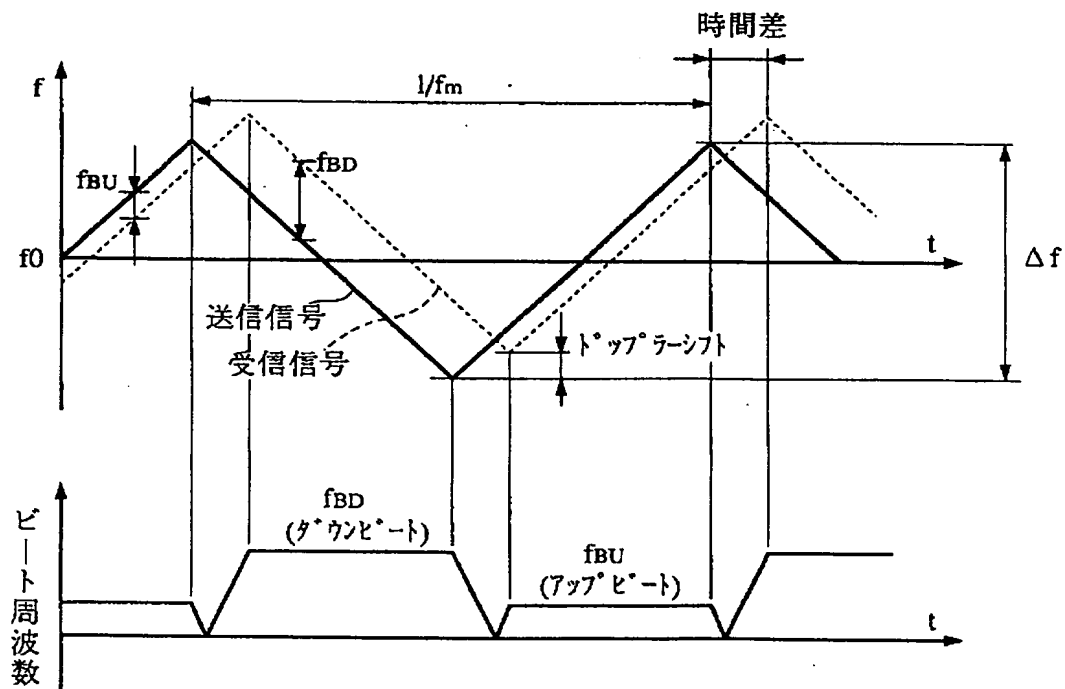
103-走査・通信制御部

(8)

【図1】

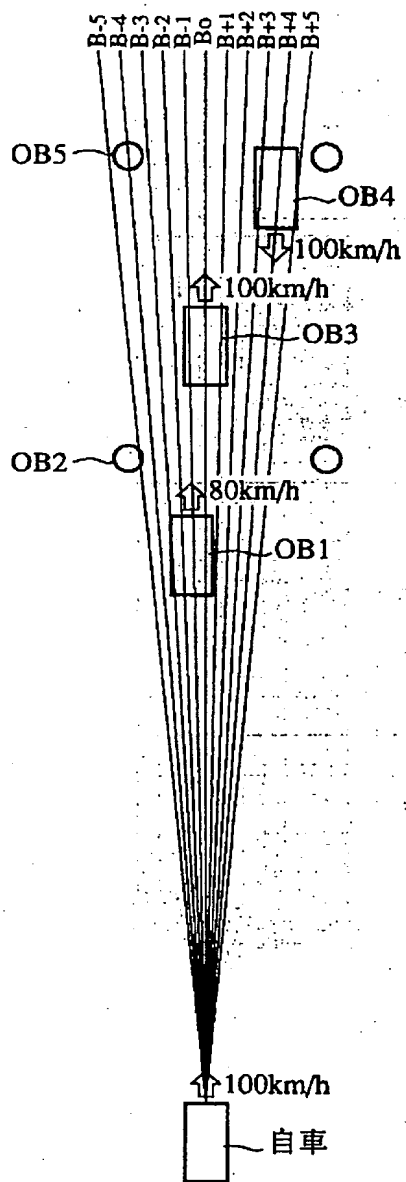


【図2】

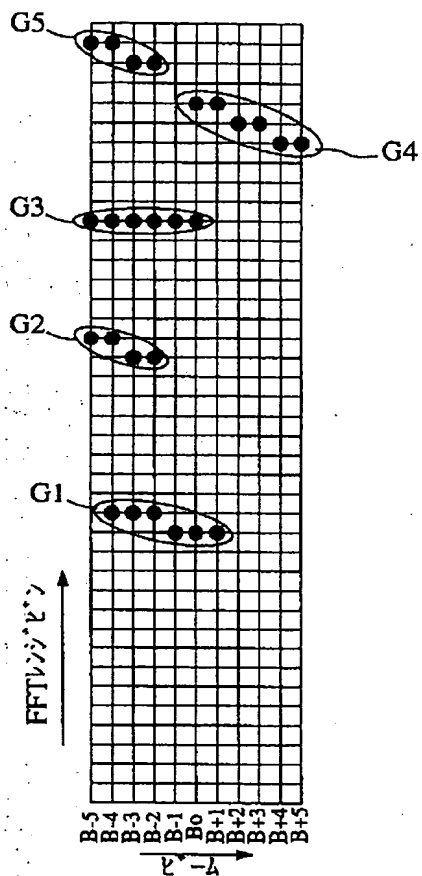


(9)

【図 3】

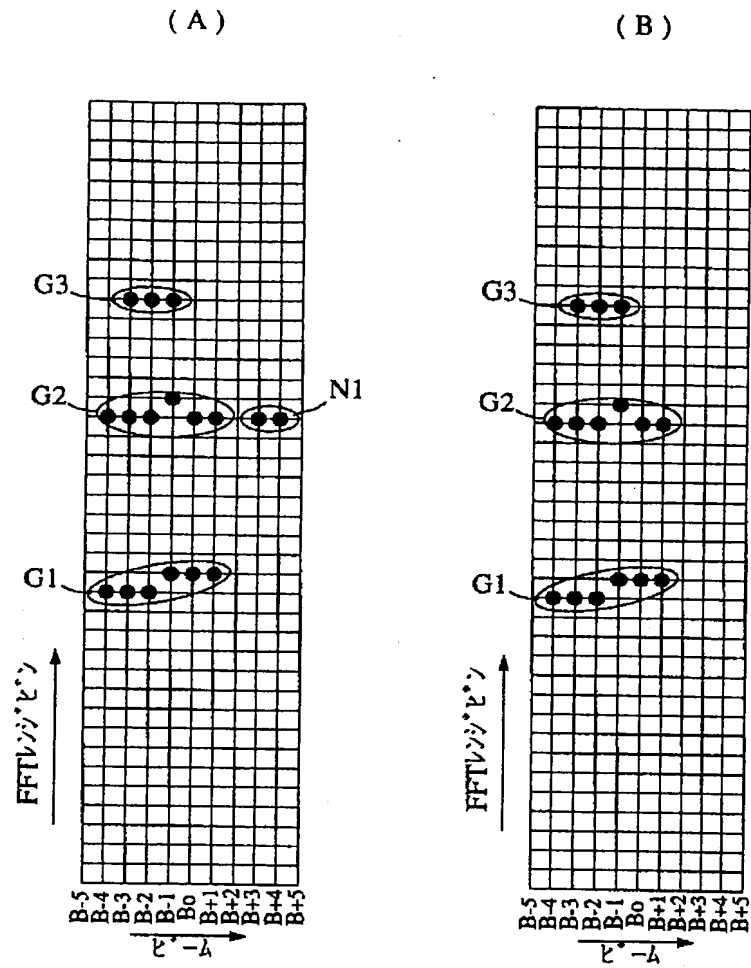


【図 4】



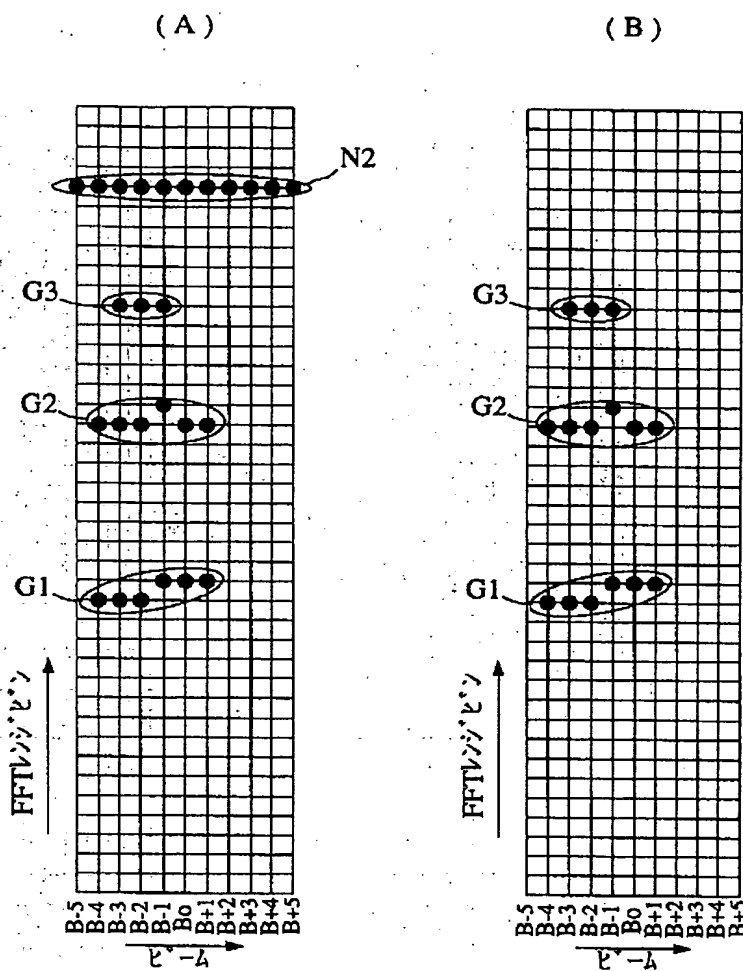
(10)

【図5】



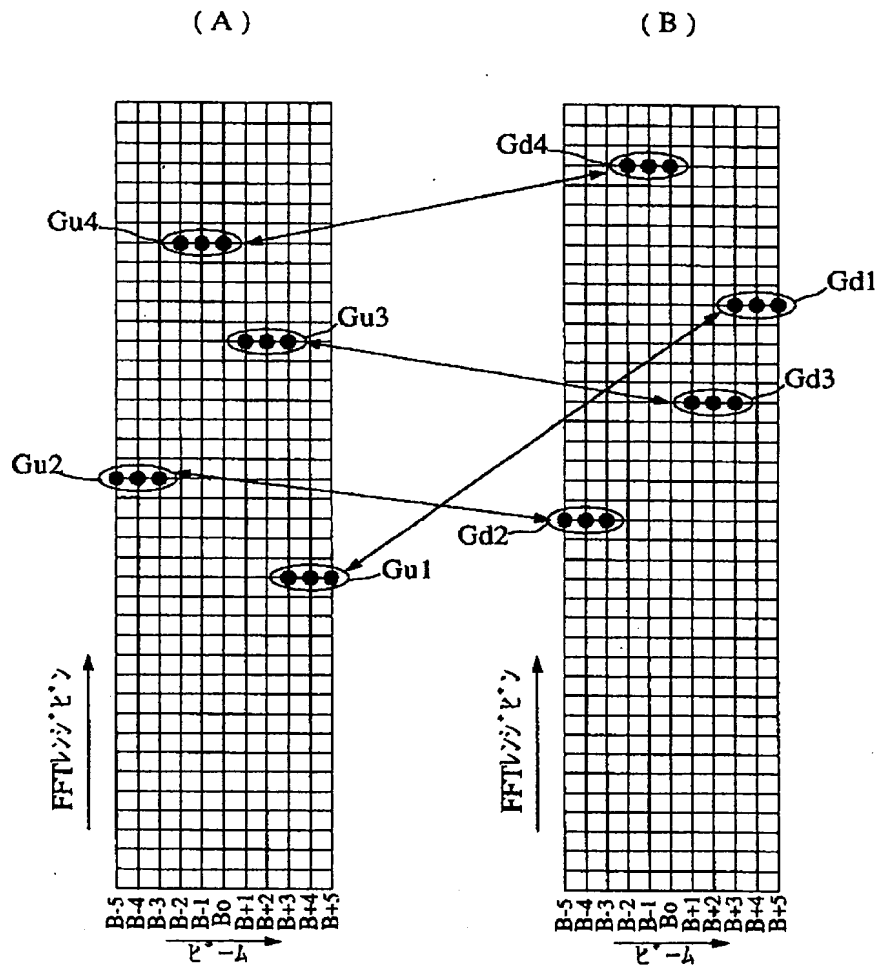
(11)

【図 6】



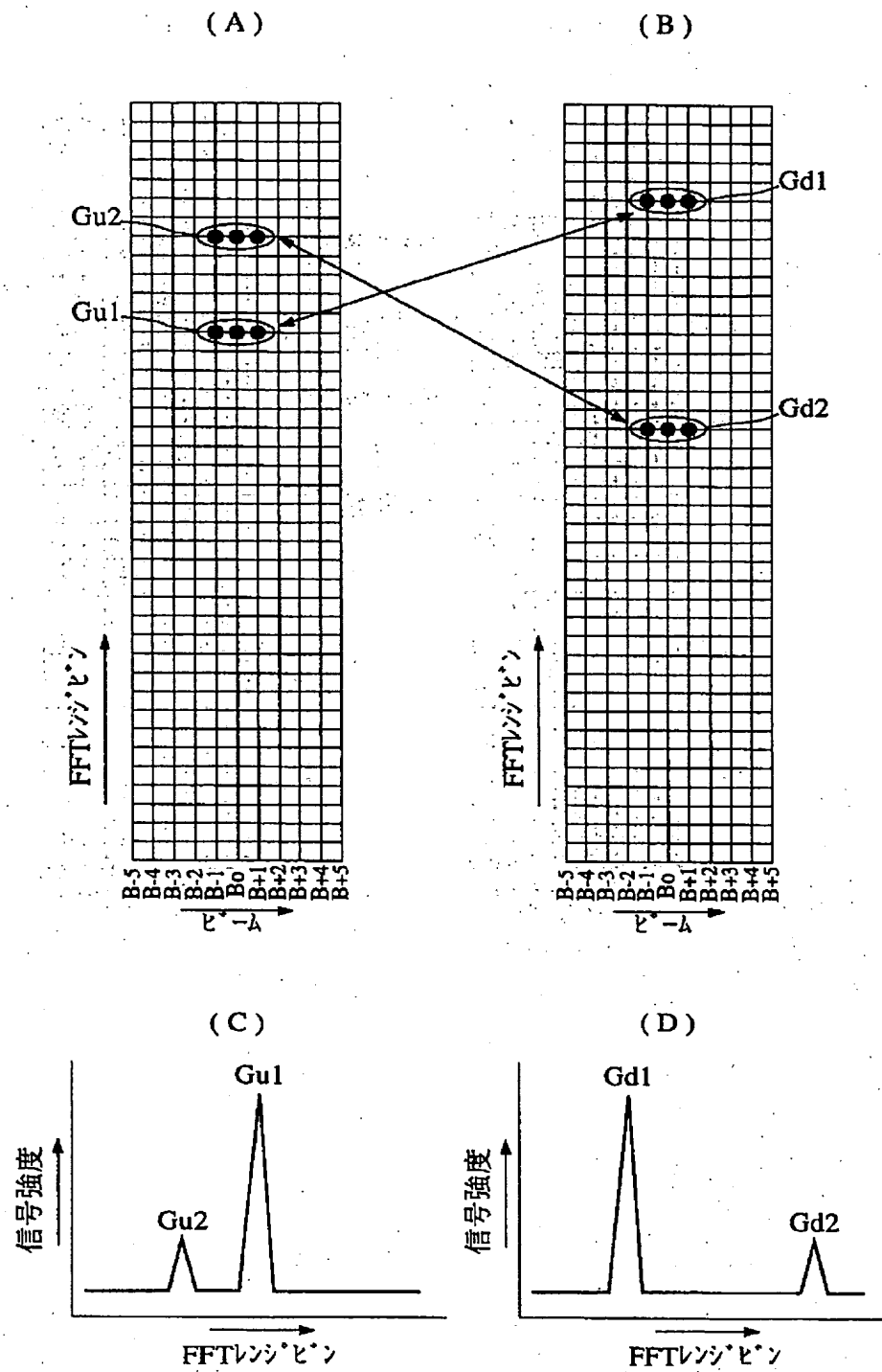
(12)

【図 7】



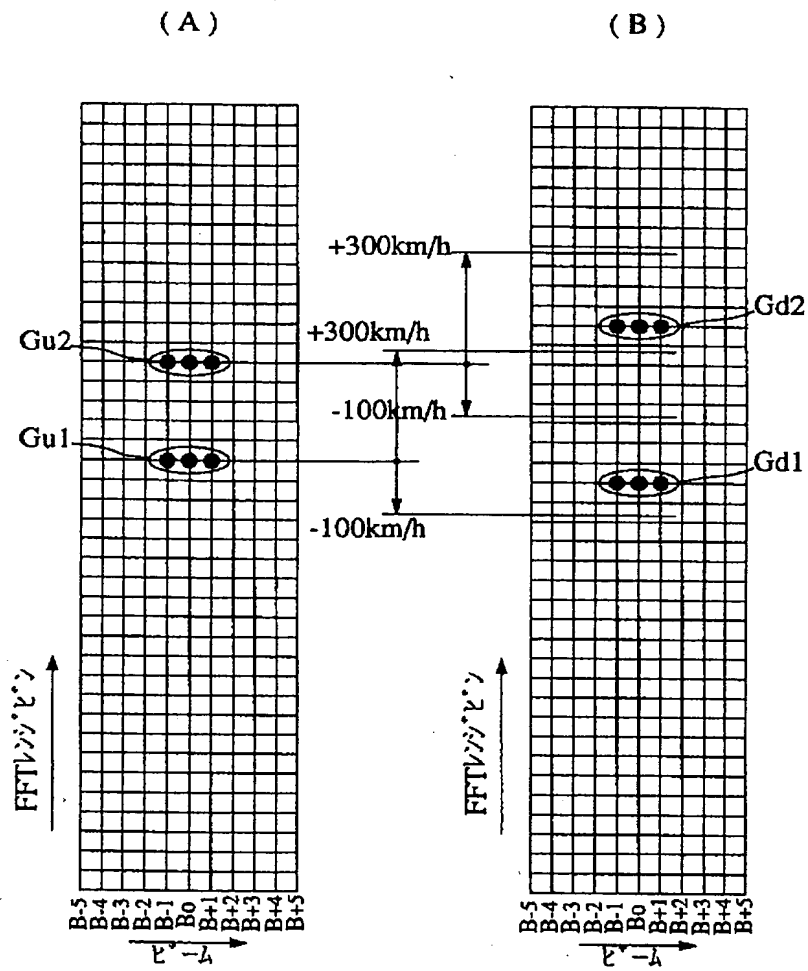
(13)

【図 8】



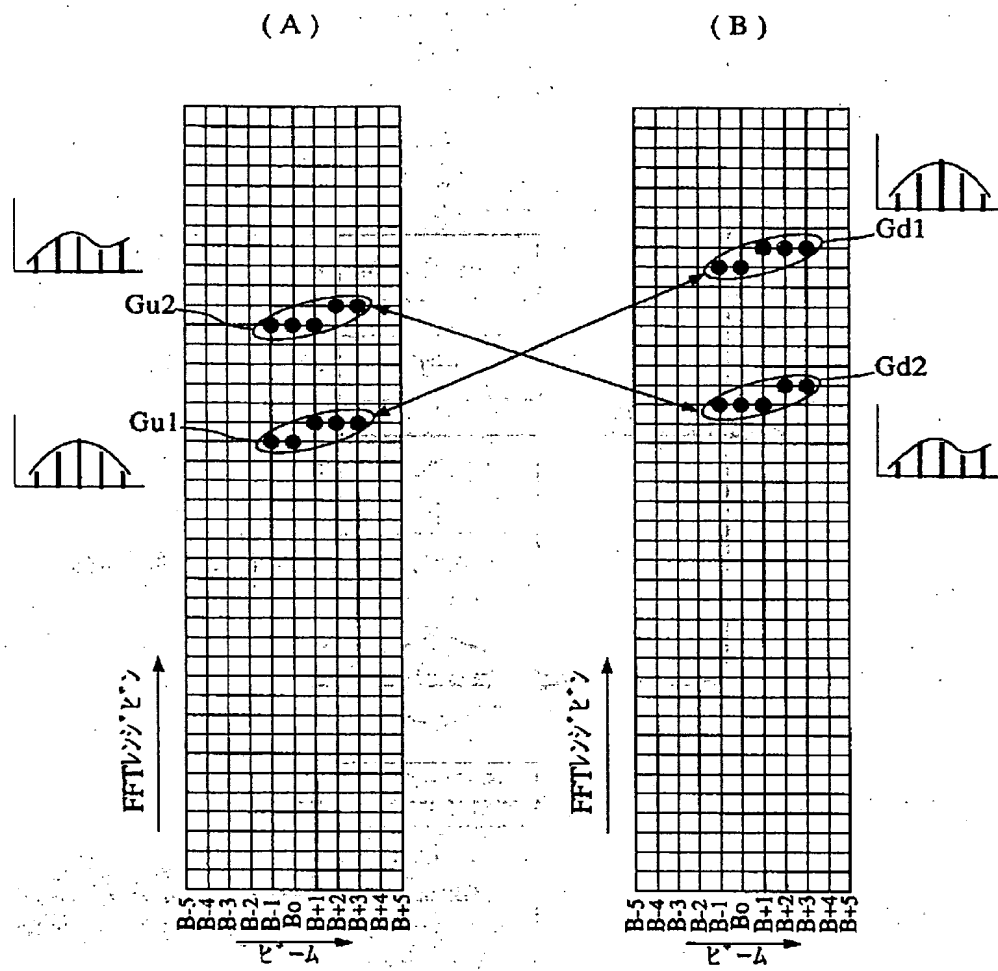
(14)

【図 9】



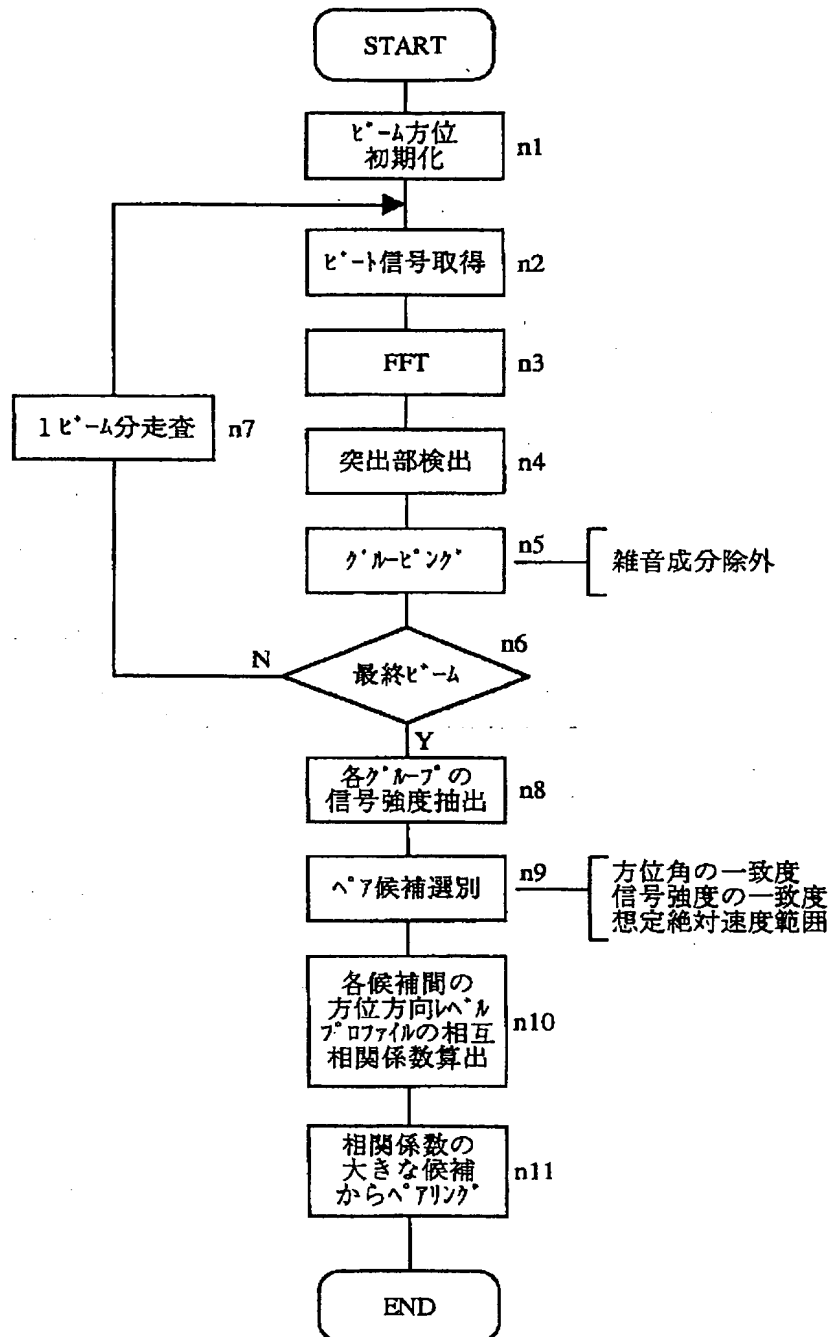
(15)

【図10】



(16)

【図11】



フロントページの続き

(72) 発明者 西村 哲
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

Fターム(参考) 5H180 AA01 CC12 CC14
5J070 AB19 AC02 AC06 AD09 AF03
AG07 AH04 AH14 AH19 AH25
AH35 AK14 AK22 BA01

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)